

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Аэрокосмические технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Методы экспериментальных исследований**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

С.К. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIGV-73cb476

И.В.
Шевченко

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен осуществлять физическое и математическое моделирование процессов, в том числе с использованием информационных технологий

ИД-2 Проводит моделирование физических процессов в натуральных и масштабных условиях

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах (Лабораторная работа)

2. КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа)

2. КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры (Лабораторная работа)

2. КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах (Лабораторная работа)

КМ-3 КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента (Лабораторная работа)

КМ-4 КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры (Лабораторная работа)

КМ-5 КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины (Лабораторная работа)

КМ-6 КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6
	Срок КМ:	4	8	10	12	14	16
Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов и методы их исследования							
Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов. Устройство газодинамических стендов	+	+	+	+	+	+	+
Методы исследования течения газового потока в элементах энергетического оборудования	+	+	+	+	+	+	+
Автоматизация сбора и обработки данных измерений параметров гидрогазодинамических процессов							
Автоматизация сбора и обработки данных измерений параметров гидрогазодинамических процессов		+	+	+	+	+	+
Погрешности измерения параметров физических процессов		+	+	+	+	+	+
Вес КМ:	10	15	20	20	20	20	15

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2ПК-1 Проводит моделирование физических процессов в натуральных и масштабных условиях	Знать: основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков методы и средства измерения параметров гидрогазодинамических процессов для проведения их экспериментальных исследований Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования проводить экспериментальные исследования	КМ-1 КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа) КМ-2 КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах (Лабораторная работа) КМ-3 КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента (Лабораторная работа) КМ-4 КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры (Лабораторная работа) КМ-5 КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины (Лабораторная работа) КМ-6 КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов (Тестирование)

		газодинамических процессов	
--	--	-------------------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы и средства измерения параметров гидрогазодинамических процессов для проведения их экспериментальных исследований	1. При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25 \text{ МПа}$; $P^* = 0,32 \text{ МПа}$; $T^* = 565 \text{ К}$. Найти скорость течения газа 2. Скорость течения воздуха $W = 255 \text{ м/с}$, $T^* = 475 \text{ К}$, $\kappa = 1,4$, $P = 0,25 \text{ МПа}$. Найти полное давление и число Маха 3. В трубопроводе диаметром $d = 250 \text{ мм}$ течет воздух ($\kappa = 1,4$), давление $P = 0,45 \text{ МПа}$; $P^* = 0,52 \text{ МПа}$; $T^* = 320 \text{ К}$. Определить расход и скорость течения 4. Найти соотношение мощностей, необходимых для работы аэродинамической трубы на одном и том же числе M, если рабочим газом, при одном и том же давлении служит: 1) воздух, $\kappa = 1,4$; $R_v = 287 \text{ Дж/кгК}$; 2) фреон (для фреона $\kappa_f = 1,12$; $R_f = 68,7 \text{ Дж/кгК}$; $\rho_f = 4,18 \text{ кг/м}^3$). Мощность, необходимая для работы трубы, пропорциональна величине ρW^3, W – скорость 5. Воздух вытекает в атмосферу, атмосферное давление $0,1 \text{ МПа}$, из отверстия в стенке баллона 10 мм. Найти величину давления в баллоне для достижения критического перепада давления и скорость истечения. Температура воздуха в баллоне 288 К 6. Определить величину расхода G_m для обеспечения газодинамического подобия при продувке канала в модельных условиях. Натурные условия: расход воздуха $G_n = 0,25 \text{ кг/с}$, канал прямоугольного сечения $10 \times 40 \text{ мм}$, температура воздуха 400°C. Модельные условия: площадь канала уменьшена в 4 раза, температура воздуха 100°C. Зависимость для динамической вязкости $\mu = f(T) 0,64$.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	7. При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,35 \text{ МПа}$; $P^* = 0,43 \text{ МПа}$; $T^* = 450 \text{ К}$. Найти скорость течения газа 8. Скорость течения воздуха $W = 185 \text{ м/с}$, $T^* = 450 \text{ К}$, $\kappa = 1,4$, $P = 0,35 \text{ МПа}$. Найти полное давление и число Маха 9. В трубопроводе диаметром $d = 300 \text{ мм}$ течет воздух ($\kappa = 1,4$), давление $P = 0,55 \text{ МПа}$; $P^* = 0,61 \text{ МПа}$; $T^* = 380 \text{ К}$. Определить расход и скорость течения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Закрепить экспериментальную модель №1 в рабочий участок экспериментального стенда. Запустить погружной насос, находящийся в баке-ресивере, наблюдать за заполнением рабочего участка водой. Путем изменения высоты сливного отверстия рабочего участка обеспечить минимальную скорость движения воды. В начало рабочего участка установить поплавков, включить секундомер и зафиксировать время его движения от начала рабочего участка до его конца. Для исключения ошибки измерения повторить измерение времени движения поплавка на установившемся режиме течения воды. В пластиковый шприц набрать люминесцентную жидкую краску, соединить выходное отверстие шприца резиновым шлангом. Установить шланг перед экспериментальной моделью, подать струйки люминесцентной краски в поток воды с одновременной видео-фиксацией структуры течения. Увеличить скорость течения воды в рабочем участке путем увеличения высоты сливного отверстия. С помощью поплавка измерить время его движения в рабочем участке экспериментального стенда. Осуществить подачу струек краски перед экспериментальной моделью и видео-фиксацию структуры их течения. Повторить эксперимент для модели №2 и №3. Обработать результаты эксперимента, провести анализ структуры течения при обтекании потоком различных тел.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования	1. Как изменяется градиент давления в потоке при наличии отрыва в канале? 2. Что такое дорожка Кармана и при каких условиях в потоке ее можно наблюдать?
Уметь: проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов	1. Как изменяется скорость линии тока при ее отрыве от тела в потоке?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Разложить на рабочем столе перед собой все элементы измерительной петли: подставку с измерителем сигналов, датчик давления, датчик температуры, коммутационные провода. Проверить наличие сопутствующего оборудования: шлицевой и крестовой отвертки, технических схем по подключению и соединению коммутационных проводов на все устройства. Перед началом работы убедиться, что измеритель сигналов отключен от электросети. Открутить два винта на корпусе измерителя и сдвинуть крышку. Под крышкой расположена коммутационная шина с зажимами для проводов. Зафиксировать на din-рейке датчик давления и температуры. Подсоединить датчик температур проводами к коммутационной шине измерителя согласно схеме соединений датчика температуры. Закрепить винты. Подсоединить датчик давления проводами к коммутационной шине измерителя согласно схеме соединения датчика давления. Закрепить винты. Самостоятельно проверить правильность и полярность всех соединений и сообщить преподавателю. После проверки схемы преподавателем закрыть крышку измерителя и закрутить фиксационные винты. Включить измеритель в электрическую сеть. Используя техническую документацию на измеритель, осуществить настройку каналов датчиков. Сообщить о готовности преподавателю.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования	1.Что такое «токовая петля»? Чем цифровой сигнал измерительного датчика отличается от аналогового. Как определить обрыв петли? 2.Какие типы датчиков давления Вы знаете? Чем отличается полное давление от статического? Каким образом происходит измерение полного и статического давления в потоке?
Уметь: проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов	1.Имеет ли значение полярность подключения проводов датчика температуры к измерителю? Объясните принцип работы термопары. Какие типы датчиков температур Вы знаете?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Установить цилиндрический участок трубы на рабочий участок стенда. Подключить датчики измерения давления. Запустить роторную установку, частотно-регулирующим приводом установить частоту вращения воздуходувки равную 15%. Измерить и зафиксировать в протоколе экспериментальных исследований значение расхода на расходомере подводящего трубопровода, значения полного давления рабочей среды в баке-ресивере. С помощью координатного устройства осуществить измерение и фиксацию полного давления потока на выходе из экспериментальной модели. Повторить экспериментальное исследование цилиндрического участка трубы при частоте вращения 20 и 40%. Выключить воздуходувку. Заменить на стенде цилиндрический участок трубы на диффузорный канал и повторить экспериментальные исследования. Обработать результаты эксперимента, провести анализ влияния режима течения на коэффициент потерь энергии в различных каналах.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обрабатывать и интерпретировать	1.Каким образом классифицируются

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования	потери энергии в каналах арматуры? Какие существуют эмпирические методики для их определения? 2.Каким образом возможно верифицировать показания расходомера, установленного на экспериментальном стенде?
Уметь: проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов	1. Как определить статическое давления в баке-ресивере, зная давление полного торможения в потоке?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-5. КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Установить экспериментальную модель системы охлаждения лопатки газовой турбины на экспериментальный стенд. К штуцерам экспериментальной модели, располагающимся соосно с отверстиями измерения статического давления, подсоединить шланги, свободный конец которых подсоединить к датчикам давления, установленным на измерительной стойке. Включить компрессор для подачи сжатого воздуха для подачи в бочку-ресивер. Провести экспериментальные исследования при следующих перепадах давления охлаждающего воздуха 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2. Замер измеряемых величин провести в прямом и обратном направлениях, с увеличением и уменьшением давления на входе в модель.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования	1.Как называется перепад давления, после которого не происходит изменение расхода потока в систему охлаждения лопатки? 2.Для чего необходимо проводить измерения давления в узлах

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	системы охлаждения лопаток газовых турбин?
Уметь: проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов	1. Что такое расходная характеристика системы охлаждения лопаток газовой турбин и как ее получить?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-6. КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков	1. Что является подобием по параметрам состояния: 1. параметры, в частности, давление в сходственных точках модельного и натурного потоков (p_m; p), должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $p_m = f_{pr} + \text{const}$, где f_{pr} - масштаб параметрического подобия по давлению 2. физические константы рабочего тела, в частности, динамическая вязкость модельного и натурного потоков (μ_m, μ) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $\mu_m = f_{\mu} \mu$, где f_{μ} - масштаб подобия физических констант по вязкости 3. скорости в сходственных точках модельного и натурного потоков (v_m, v) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $v_m = f_{vv} v$, где f_{vv} - масштаб кинематического подобия Ответ: 1 2. Выберите определение первой теоремы подобия: 1. всякое уравнение, описывающее физический процесс, в частности, течение рабочего тела, можно преобразовать в безразмерное уравнение, состоящее из

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	критериев подобия 2. для подобных явлений можно составить безразмерные сочетания параметров - критерии подобия, имеющие одинаковые значения в сравниваемых явлениях, в частности, в модельном и натурном потоках 3. подобие процессов осуществляется при пропорциональности всех сходственных параметров и при равенстве критериев подобия, определенных по второй теореме Ответ: 2 3.Выражение для критерия Фруда: 1. $g l / \omega^2 = 1 / Fr$ 2. $g l / \omega = 1 / Fr$ 3. $l / \omega = 1 / Fr$ Ответ: 1 4.Расход среды с помощью газодинамических функций определяется по формуле: 1. $G = m(T^* F q(\lambda)) / \sqrt{(P^*)}$ 2. $G = m(P^* F q(\lambda)) / \sqrt{(T^*)}$ 3. $G = (T^* F q(\lambda)) / \sqrt{(P^*)}$ Ответ: 2 5.Выражение для определения газодинамической функции $\pi(\lambda)$ является: 1. $(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$ 2. $(1 + \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$ 3. $(1 + \frac{k+1}{k-1} \lambda^2) k / (k - 1)$ Ответ: 1

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Теоремы подобия. Режимы течения
2. Математическая обработка исправленных результатов измерений
3. При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25 \text{ МПа}$; $P^* = 0,32 \text{ МПа}$; $T^* = 565 \text{ К}$. Найти скорость течения газа

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Проводит моделирование физических процессов в натурных и масштабных условиях

Вопросы, задания

1. Основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков
2. Теоремы подобия. Режимы течения
3. Методы и средства измерений давлений потоков. Методы и средства измерений температур потоков
4. Методы и средства измерения средних и мгновенных скоростей. Методы и средства измерения поверхностного трения
5. Газодинамические функции
6. Сигналы в измерительной системе. Электронные компоненты измерительной системы
7. Подключение измерительной системы в ЭВМ
8. Погрешности средств измерений и результатов измерений
9. Математическое ожидание и дисперсия
10. Математическая обработка исправленных результатов измерений
11. Задачи:
При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25 \text{ МПа}$; $P^* = 0,32 \text{ МПа}$; $T^* = 565 \text{ К}$. Найти скорость течения газа
12. Скорость течения воздуха $W = 255 \text{ м/с}$, $T^* = 475 \text{ К}$, $\kappa = 1,4$, $P = 0,25 \text{ МПа}$. Найти полное давление и число Маха
13. В трубопроводе диаметром $d = 250 \text{ мм}$ течет воздух ($\kappa = 1,4$), давление $P = 0,45 \text{ МПа}$; $P^* = 0,52 \text{ МПа}$; $T^* = 320 \text{ К}$. Определить расход и скорость течения
14. Найти соотношение мощностей, необходимых для работы аэродинамической трубы на одном и том же числе M , если рабочим газом, при одном и том же давлении служит:
1) воздух, $\kappa = 1,4$; $R_v = 287 \text{ Дж/кгК}$; 2) фреон (для фреона $\kappa_f = 1,12$; $R_f = 68,7 \text{ Дж/кгК}$; $\rho_f = 4,18 \text{ кг/м}^3$). Мощность, необходимая для работы трубы, пропорциональна величине ρW^3 , W – скорость

15. Воздух вытекает в атмосферу, атмосферное давление 0,1 МПа, из отверстия в стенке баллона 10 мм. Найти величину давления в баллоне для достижения критического перепада давления и скорость истечения. Температура воздуха в баллоне 288 К

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определение случайной погрешности

Ответы:

1. отклонения измеренного значения от истинного, сохраняющиеся при повторных экспериментах всегда с одним знаком и практически одинаковой величиной;
2. отклонения, обусловленные несовершенством измерительной техники;
3. отклонения, меняющиеся от измерения к измерению как по знаку, так и по величине

Верный ответ: 3

2. Полная (абсолютная) погрешность измерения $\Delta x_{\text{полн}}$ рассчитывается как:

Ответы:

$$\text{а) } \Delta x_{\text{полн}} = \sqrt{\Delta x_{\text{случ}}^2 + \Delta x_{\text{прибор}}^2};$$

$$\text{б) } \Delta x_{\text{полн}} = \sqrt{\Delta x_{\text{случ}}^2 - \Delta x_{\text{прибор}}^2};$$

$$\text{в) } \Delta x_{\text{полн}} = \Delta x_{\text{случ}}^2 + \Delta x_{\text{прибор}}^2$$

Верный ответ: 1

3. На сколько групп можно разделить основные приборы и способы измерения теплофизических величин:

Ответы:

1. 2
2. 3
3. 5

Верный ответ: 2

4. Механические термоменты основаны на:

Ответы:

1. измерении теплового расширения сред и тел при изменении температуры
2. методе измерения электрического сигнала в проводнике, подвергнутом нагреву или охлаждению
3. измерении излучения нагретых тел

Верный ответ: 1

5. Выберите диапазон рабочих давлений для жидкостных манометров:

Ответы:

1. до 10 МПа
2. до 150 МПа
3. до 0.2 МПа

Верный ответ: 1

6. Что является подобием по параметрам состояния:

Ответы:

1. параметры, в частности, давление в сходственных точках модельного и натурного потоков (p_m ; p), должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $p_m = f p + \text{const}$, где $f p$ - масштаб параметрического подобия по давлению
2. физические константы рабочего тела, в частности, динамическая вязкость модельного и натурного потоков (μ_m , μ) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $\mu_m = f \mu$, где $f \mu$ - масштаб подобия физических констант по вязкости

3. скорости в сходственных точках модельного и натурного потоков (v_M, v) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $v_M = fv$, где f - масштаб кинематического подобия

Верный ответ: 1

7. Выберите определение первой теоремы подобия:

Ответы:

1. всякое уравнение, описывающее физический процесс, в частности, течение рабочего тела, можно преобразовать в безразмерное уравнение, состоящее из критериев подобия
2. для подобных явлений можно составить безразмерные сочетания параметров - критерии подобия, имеющие одинаковые значения в сравниваемых явлениях, в частности, в модельном и натурном потоках
3. подобие процессов осуществляется при пропорциональности всех сходственных параметров и при равенстве критериев подобия, определенных по второй теореме

Верный ответ: 2

8. Выражение для критерия Фруда:

Ответы:

1. $g l / \omega^2 = 1 / Fr$
2. $g l / \omega = 1 / Fr$
3. $l / \omega = 1 / Fr$

Верный ответ: 1

9. Расход среды с помощью газодинамических функций определяется по формуле:

Ответы:

1. $G = m(T^* F q(\lambda)) / \sqrt{(P^*)}$
2. $G = m(P^* F q(\lambda)) / \sqrt{(T^*)}$
3. $G = (T^* F q(\lambda)) / \sqrt{(P^*)}$

Верный ответ: 2

10. Выражение для определения газодинамической функции $\pi(\lambda)$ является:

Ответы:

1. $(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$
2. $(1 + \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$
3. $(1 + \frac{k+1}{k-1} \lambda^2) k / (k - 1)$

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих.